

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-152343

(43)Date of publication of application : 05.06.2001

(51)Int.Cl.

C23C 16/448  
H01L 21/205

(21)Application number : 11-336637

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 26.11.1999

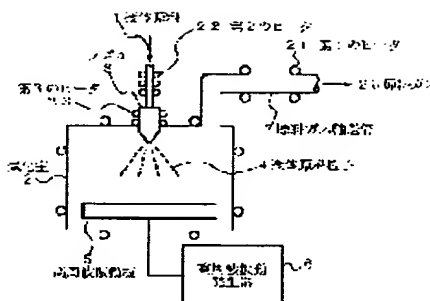
(72)Inventor : MIHASHI HIDEO  
OKAWA KATSUHISA

## (54) VAPORIZER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a vaporizer which can increase the feed quantity of a raw gas generated by vaporizing a raw liquid to be fed to a CVD apparatus.

**SOLUTION:** The vaporizer comprises a vaporizing chamber 2 to vaporize the raw liquid 1, a nozzle 3 to atomize the raw liquid 1 and inject it into the vaporizing chamber 2, and an atomizing unit which adds the predetermined energy to raw liquid particles 4 ejected from the nozzle 3 and divides them into smaller ones for vaporization, a high frequency oscillating plate 5 e.g. is installed on the atomizing unit, a heater 21 is disposed around the vaporizer, and heaters 22 and 23 are disposed on the nozzle 3 so that the whole vaporizer, the raw liquid 1 and the nozzle 3 are heated to a highest temperature in a range where the raw liquid is not changed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3567831

[Date of registration] 25.06.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-152343

(P2001-152343A)

(43) 公開日 平成13年6月5日 (2001.6.5)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード<sup>\*</sup> (参考)

C 2 3 C 16/448

C 2 3 C 16/448

4 K 0 3 0

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

5 F 0 4 5

審査請求 有 請求項の数11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-336637

(22) 出願日 平成11年11月26日 (1999. 11. 26)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 三橋 秀男

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 大川 勝久

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100082935

弁理士 京本 直樹 (外2名)

Fターム(参考) 4K030 CA04 EA01 KA45 LA15

5F045 EC09 EE02 EE06 EE07 EF02

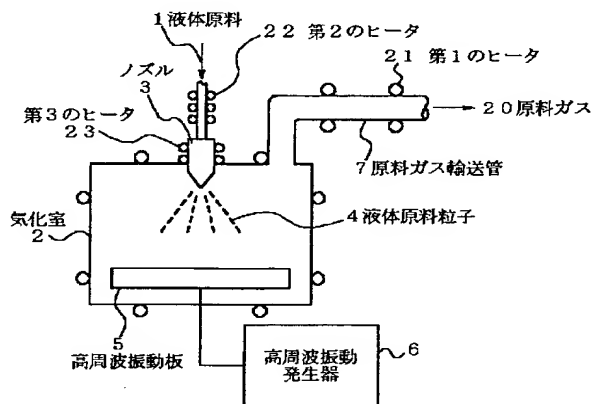
EF08 EK05

(54) 【発明の名称】 気化装置

(57) 【要約】

【課題】 液体原料を気化させて生成した原料ガスをCVD装置に供給するための気化装置において、原料ガスの供給量を大きくすることができる気化装置を提供する。

【解決手段】 液体原料1を気化させるための気化室2と、液体原料1を粒子化して気化室2内に噴射するノズル3と、ノズル3から噴射された液体原料粒子4に所定のエネルギーを加えてさらに小さい微粒子に分割して気化させる微粒化部とで構成され、微粒化部には例えば高周波振動板5を設置し、また、装置周囲にヒータ21を配置し、また、ノズル3にはヒータ22、23を配置して、装置全体ならびに液体原料1とノズル3を、原料が変化しない範囲の最高の温度に加熱できるようにしている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液体原料を気化させて生成した原料ガスをCVD装置に供給するための気化装置において、液体原料を気化させるための気化室と、液体原料を粒子化して気化室内に噴射するノズルと、ノズルから噴射された液体原料粒子に所定のエネルギーを加えてさらに小さい微粒子に分割して気化させる微粒化部とで構成されていることを特徴とする気化装置。

【請求項2】 上記微粒化部は、ノズルに対向して配置された高周波振動板を含んで構成され、液体原料粒子の微粒化を高周波振動により行なうことを特徴とする請求項1記載の気化装置。

【請求項3】 上記微粒化部は、それぞれ対向して配置された液体原料を粒子化して気化室内に噴射する2つのノズルを含んで構成され、液体原料粒子の微粒化を液体原料粒子どうしの衝突により行なうことを特徴とする請求項1記載の気化装置。

【請求項4】 上記気化装置は、装置の周囲に配置した複数本のヒータを含んで構成され、装置全体を原料が変化しない範囲の最高の温度に加熱して、液体原料が気化する際に気化熱が奪われることによる気化量の減少、ならびに装置壁面への結露や液化を防止することを特徴とする請求項1記載の気化装置。

【請求項5】 上記気化装置は、ノズルの周囲に配置した複数本のヒータを含んで構成され、液体原料とノズルを原料が変化しない範囲の最高の温度に加熱して、液体原料が気化室内に噴射されるまでの間に温度が低下して気化しにくくなるのを防止することを特徴とする請求項1記載の気化装置。

【請求項6】 液体原料を気化させて生成した原料ガスをCVD装置に供給するための気化装置において、液体原料を微粒化して気化室内に噴射するノズルをそれぞれ備えた前記気化室を複数段に配置してそれぞれを導管で接続し、液体原料の気化量を段階的に飽和蒸気圧で決まる最大値にすることを特徴とする気化装置。

【請求項7】 上記気化装置における複数の気化室の底部にそれぞれ超音波振動板を配置し、各気化室の底部に溜まった未気化の液体原料に超音波振動を加え、再度微粒化して気化させることを特徴とする請求項6記載の気化装置。

【請求項8】 上記気化装置における複数の気化室の底部にはそれぞれ加熱板を配置し、各気化室の底部に溜まった未気化の液体原料を、原料が変化しない範囲で最高の温度に加熱して気化させることを特徴とする請求項6記載の気化装置。

【請求項9】 上記気化装置における複数の気化室の各底部に、超音波振動板と加熱板とを平面内に複数交互に配置し、超音波振動板を用いた再微粒化による気化と、加熱板の加熱による気化との2つを併用したことを特徴とする請求項6記載の気化装置。

【請求項10】 上記気化装置において、複数段の装置全体を原料が変化しない範囲の最高の温度にヒータで加熱し、液体原料が気化する際に気化熱が奪われることによる気化量の減少、ならびに装置壁面への結露や液化を防止することを特徴とする請求項6記載の気化装置。

【請求項11】 上記気化装置において、液体原料および複数段の各ノズルを、それぞれ原料が変化しない範囲の最高の温度にヒータで加熱し、各気化室内に噴射されるまでの間に液体原料の温度が低下して気化しにくくなるのを防止することを特徴とする請求項6記載の気化装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、化学気相成長（CVD）法により半導体ウエハ上に種々の薄膜を形成する成膜装置に用いられる気化装置に関し、特に、液体原料を気化して成膜装置に供給する気化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体デバイスの製造においては、半導体膜、絶縁膜、金属膜等の成膜をウエハ上に施す必要があり、成膜方法としてCVD法が一般的に用いられている。このCVD法は、処理対象であるウエハを、膜となる材質を含む原料ガスの雰囲気中に置き、熱や光などのエネルギーを与えて原料ガスを分解し、ウエハ上に各種の膜を形成する方法である。このCVD法による成膜に用いられる原料には液体状態のものがあり、この場合、液体原料を気化装置により気化させて原料ガスとしている。

【0003】近年、半導体デバイスのコストの低減を図るために、CVD法による成膜装置には高スループットが要求されており、気化装置にも液体原料を気化した原料ガスの供給量を増大することが要求されている。

【0004】このような気化装置の従来例としては、例えば、特開平11-111644号公報に示されるような気化装置がある。図7はこの従来の気化装置の一例を示す構成図である。

【0005】図7に示す従来の気化装置は、液体原料1を気化させる空間としての球形をした球形気化室13と、液体原料1を球形気化室13内に供給する液体原料供給管14と、球形気化室13内にあって液体原料供給管14から供給された液体原料1に超音波振動を加えて霧化させる超音波霧化素子15と、球形気化室13に接続され、霧化された液体原料1を旋回流による加熱によって気化させるための所定温度のキャリアガス16を供給するキャリアガス供給管17と、同じく球形気化室13に接続され、液体原料1を気化した原料ガス20のバッファとなるバッファタンク18と、このバッファタンク18に接続され、原料ガス20をCVD装置に輸送するための原料ガス輸送管7とで構成されている。

【0006】この図7に示す従来の気化装置によれば、

液体原料供給管14によって球形気化室13に供給された液体原料1は、超音波霧化素子15に接触して超音波振動によって霧化される。そして、キャリアガス供給管17によって球形気化室13内に供給された所定温度のキャリアガス16は、球形気化室13が球形をしているため球形気化室13内で旋回流となる。このキャリアガス16の旋回流によって、超音波霧化素子15により霧化された液体原料1は加熱され気化される。

【0007】また、従来の気化装置における他の例として、例えば、特開平7-94426号公報に示されるような気化装置も提案されている。図8は、この従来の気化装置における他の例を示す構成図である。

【0008】図8に示す従来の気化装置は、液体原料1を気化させる空間としての第4の気化室48と、液体原料1を第4の気化室48内に噴射する第4のノズル49と、この第4のノズル49の外周に設けられ、希釈ガス50を第4の気化室48に導入するための流路となるテーパ状細管であって、希釈ガス50の流速が最大となる箇所に第4のノズル49の先端が位置するように配置された希釈ガス供給管51と、第4の気化室48で生成された原料ガス34をCVD装置に輸送する輸送管41とで構成されている。

【0009】この図8に示す従来の気化装置によれば、液体原料1は第4のノズル49によって第4の気化室48内に噴射される。このとき、同時に希釈ガス供給管51から希釈ガス50を導入すると、希釈ガス50の流れによって液体原料1が微粒化され、気化が行われる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図7に示した従来の気化装置は、液体原料1を超音波霧化素子15に供給してそのまま霧化しているだけなので、原料ガス供給量を大きくすることができないという問題がある。

【0011】すなわち、液体原料1は超音波霧化素子15によって加えられた超音波振動により霧化するが、超音波振動による原料液体の霧化は液体の表面から行われる。そこで、原料ガス供給量を大きくしようとする場合、液体原料1の供給量も大きくする必要があるが、図7の従来の気化装置では液体原料1をそのまま超音波霧化装置15に供給しており、供給量の増加に対して表面積の増加は少ないため霧化量はそれほど増加せず、従って原料ガス供給量もそれほど増加しない。

【0012】そのため、原料ガス供給量を大きくするには、液体原料1の供給量の増加に応じて超音波霧化素子15の出力も大きくするしかないが、この出力増大には当然のことながら装置上の制限があるので、図7に示した従来の気化装置では、所定以上に原料ガス供給量を大きくすることはできない。

【0013】また、図7に示した従来の気化装置は、液体原料1の気化を所定温度のキャリアガス16の旋回流

による加熱によって行なっているため、キャリアガス16を所定量以上に供給する必要がある。しかし、液体原料1の気化量は飽和蒸気圧によって制限を受けるため、キャリアガスを用いることで原料ガスの分圧が小さくなり、原料ガス供給量は小さくなるという問題がある。

【0014】一方、図8に示した従来の気化装置においても、図7に示したのと同様、原料ガス供給量を大きくできないという問題がある。これは、液体原料1の気化量が気化室内の飽和蒸気圧によって制限を受けるためであり、そこで原料ガス供給量を最大にするには、原料ガス34の濃度を飽和蒸気圧で決まる最大値にする必要がある。

【0015】しかし、第4のノズル49から噴射する液体原料1の供給量と得られる粒子の大きさはトレードオフの関係にあり、供給量を大きくしようとするとノズル径を大きくする必要があるため、得られる粒子の大きさが大きくなる。液体の気化は液体の表面から行われ、気化の際には気化熱により液体の温度が下がるため、粒子の大きさが大きくなると表面だけが気化されて一部は気化されずに残ってしまう。従って、第4のノズル49から噴射する液体原料1の供給量を増加させても、原料ガス34の濃度は飽和蒸気圧で決まる最大値にまで達することはできない。

【0016】そこで、図8に示す従来の気化装置においては、第4のノズル49から噴射される液体原料1を完全に気化させるために、希釈ガス50の流れによって粒子径を小さくしている。液体原料1の気化量は飽和蒸気圧によって制限を受けることは先に述べたが、希釈ガス50を導入すると原料ガス34の分圧は小さくなるため、原料ガス供給量は小さくなってしまう。

【0017】本発明の目的は、以上の問題点を解決し、原料ガス供給量を大きくすることができる気化装置を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の気化装置は、液体原料を気化させて生成した原料ガスをCVD装置に供給するための気化装置であって、液体原料を気化させるための気化室と、液体原料を粒子化して気化室内に噴射するノズルと、ノズルから噴射された液体原料粒子に所定のエネルギーを加えてさらに小さい微粒子に分割して気化させる微粒化部とで構成されていることを特徴とする。

【0019】また上記微粒化部は、ノズルに対向して配置された高周波振動板を含んで構成され、液体原料粒子の微粒化を高周波振動により行なうことを特徴とし、また、上記微粒化部は、それぞれ対向して配置された液体原料を粒子化して気化室内に噴射する2つのノズルを含んで構成され、液体原料粒子の微粒化を液体原料粒子どうしの衝突により行なうことを特徴とし、また、上記気化装置は、装置の周囲に配置した複数本のヒータを含ん

で構成され、装置全体を原料が変化しない範囲の最高の温度に加熱して、液体原料が気化する際に気化熱が奪われることによる気化量の減少、ならびに装置壁面への結露や液化を防止することを特徴とし、さらに、上記気化装置は、ノズルの周囲に配置した複数本のヒータを含んで構成され、液体原料とノズルを原料が変化しない範囲の最高の温度に加熱して、液体原料が気化室内に噴射されるまでの間に温度が低下して気化しにくくなるのを防止することを特徴とする。

【0020】また、本発明の気化装置は、液体原料を気化させて生成した原料ガスをCVD装置に供給するための気化装置であって、液体原料を微粒化して気化室内に噴射するノズルをそれぞれ備えた前記気化室を複数段に配置してそれぞれを導管で接続し、液体原料の気化量を段階的に飽和蒸気圧で決まる最大値にすることを特徴とする。

【0021】また、上記気化装置における複数の気化室の底部にそれぞれ超音波振動板を配置し、各気化室の底部に溜まった未気化の液体原料に超音波振動を加え、再度微粒化して気化させることを特徴とし、また、上記気化装置における複数の気化室の底部にそれぞれ加熱板を配置し、各気化室の底部に溜まった未気化の液体原料を、原料が変化しない範囲で最高の温度に加熱して気化させることを特徴とし、また、上記気化装置における複数の気化室の各底部に、超音波振動板と加熱板とを平面内に複数交互に配置し、超音波振動板を用いた再微粒化による気化と、加熱板の加熱による気化との2つを併用したことを特徴とし、また、上記気化装置において、複数段の装置全体を原料が変化しない範囲の最高の温度にヒータで加熱し、液体原料が気化する際に気化熱が奪われることによる気化量の減少、ならびに装置壁面への結露や液化を防止することを特徴とし、さらに、上記気化装置において、液体原料および複数段の各ノズルを、それぞれ原料が変化しない範囲の最高の温度にヒータで加熱し、各気化室内に噴射されるまでの間に液体原料の温度が低下して気化しにくくなるのを防止することを特徴とする。

【0022】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明における第1の実施の形態を示す構成図である。

【0023】図1に示す気化装置は、液体原料1を気化させる空間としての気化室2と、液体原料1を粒子化して気化室2内に噴射するノズル3と、ノズル3に対向して配置されノズル3から噴射された液体原料粒子4に高周波振動を加えて微粒化する高周波振動板5と、高周波振動板5を高周波振動させる高周波振動発生器6と、気化室2に接続され液体原料1を気化した原料ガス20をCVD装置に輸送するための原料ガス輸送管7と、装置の周囲に配置され装置全体を原料が変化しない範囲で最

高の温度に加熱する複数本の第1のヒータ21と、液体原料1が変化しない範囲の最高の温度に加熱する複数本の第2のヒータ22と、ノズル3を原料が変化しない範囲の最高の温度に加熱する複数本の第3のヒータ23とで構成されている。

【0024】次に、上述した第1の実施の形態における気化装置の動作について説明する。まず、図1に示すように、液体原料1は、ノズル3により粒子化されて液体原料粒子4として気化室2内に噴射される。次に、ノズル3から噴射された液体原料粒子4は、ノズル3に対向して配置されている高周波振動板5に接触する。このとき、高周波振動板5は高周波振動発生器6により高周波振動をしており、この高周波振動が液体原料粒子4に加えられることにより、液体原料粒子4はさらに小さい微粒粒子に分割されて気化が行われ、液体原料1を気化した原料ガス20は原料ガス輸送管7でCVD装置に輸送される。

【0025】ここでいうノズルとは、液体を加圧して微小な絞りから噴射することで液体を粒子化する一流体スプレーノズルであり、例えば、(株)いけうち等から市販されているようなものをいう。以下に述べる実施の形態においても、同様のノズルを用いるものとする。

【0026】また、液体の気化は液体の表面から行われるが、気化の際には気化熱により液体の温度が下がるため、所定以上の大きさを持つ液体の場合には一部が気化されなくなる。そこで、気化装置において原料ガス供給量を大きくしようとする場合には、液体原料1の供給量を大きくする必要があるが、液体原料1をそのまま供給したのでは、上記の理由により一部が気化されずに残る。

【0027】これを解決するには、供給された液体原料1の総体積に対する総表面積の比を大きくすればよく、具体的には液体原料1をできるだけ小さい径の微粒粒子にすればよい。これは、液体原料1の微粒化の際に、粒子1個当たりの体積が径の3乗で減少するのに対して表面積は2乗でしか減少しないことによるものである。気化が行われるのは液体の表面であるから、各粒子の表面積を合わせた総表面積の大きさが重要であり、微粒化することで体積に対する表面積を増加させることができる。

【0028】一般的に、液体を微粒化するにはノズルによる噴射が用いられる。しかし、ノズルによる微粒化の場合、その供給量と得られる粒子の大きさはトレードオフの関係にある。そこで、供給量を大きくしようするとノズル径を大きくする必要があるため、得られる粒子径も大きくなってしまい、やはり一部が気化されずに残ることになる。また、ノズルを2つ並列に配置して気化させても、同一の気化室内で行なうと、気化しない粒子どうしの接触で粒子径が大きくなって表面積が減るため、気化量はそれほど増加しない。

【0029】液体を微粒化するには、粒子がちぎれて分

離するだけのエネルギーを与えてやればよい。しかし、粒子径が小さくなればなるほど粒子を分割するのに必要なエネルギーは大きくなる。そこで本発明では、微粒化を2段階に分け、ノズル3によりある程度の大きさの微粒子を作りだし、その微粒子にさらに所定のエネルギーを加えてさらに小さい微粒子に分割して気化させることを特徴としている。

【0030】本第1の実施の形態では、液体原料粒子4を高周波振動板5に接触させ、液体原料粒子4を高周波振動を加えてさらに小さい微粒子に分割し、総表面積を増大することによって供給された液体原料1の気化量を増大させている。

【0031】また、装置全体は、装置の周囲に配置した第1のヒータ21により加熱し、液体原料1が気化する際に気化熱が奪われることで気化量が少なくなってしまうのと、装置壁面への結露や液化が生ずることを防止している。ただし、液体原料1の種類によっては、低い温度でも材料が析出する等の変化を起こすものがあるため、加熱温度は原料が変化しない範囲の最高の温度にする。

【0032】さらに、液体原料1とノズル3も、それぞれ第2のヒータ22と第3のヒータ23とで原料が変化しない範囲の最高の温度に加熱しておき、各気化室内に噴射されるまでの間に液体原料1の温度が低下して気化しにくくなるのを防止している。なお、液体原料1の露点や装置の周りの環境温度によっては、第1、第2、第3のヒータ21、22、23を、冷却も可能な温調ユニットに変えて構成してもよい。

【0033】また、気化された液体原料1の積極的な輸送を行なうために、いわゆるキャリアガスを用いてもよい。ただし、液体原料1の気化量は飽和蒸気圧によって制限を受け、キャリアガスを用いることで原料ガス20の分圧が小さくなり原料ガス供給量が小さくなるため、キャリアガスを用いる場合にはキャリアガスの供給量は必要最小限にしておく。

【0034】次に、本発明における第2の実施の形態について説明する。図2は第2の実施の形態を示す構成図である。図2に示す気化装置は、液体原料1を気化させる空間としての気化室2と、液体原料1を粒子化して気化室2内に噴射する第1のノズル8と、第1のノズル8に対向して配置され、液体原料1を粒子化して気化室2内に噴射し、第1のノズル8から噴射された液体原料粒子4に衝突させる第2のノズル9と、気化室2に接続され液体原料1を気化した原料ガス20をCVD装置に輸送するための原料ガス輸送管7と、装置の周囲に配置され装置全体を原料が変化しない範囲で最高の温度に加熱する複数本の第1のヒータ21と、液体原料1が変化しない範囲の最高の温度に加熱する複数本の第2のヒータ22と、第1のノズル8と第2のノズル9を原料が変化しない範囲の最高の温度に加熱する複数本の第3のヒータ23とで構成されている。

タ23とで構成されている。

【0035】図1に示した第1の実施の形態が、液体原料粒子4の微粒化を高周波振動で行なうのに対して、本第2の実施の形態では、液体原料粒子4の微粒化を液体原料粒子4どうしの衝突により行なうことが特徴であり、この液体原料粒子4を微粒化する部分以外は第1の実施の形態と構成、動作とも同一であるため、以下には第2の実施の形態による微粒化する部分についての動作のみ説明する。

【0036】まず、図2に示すように第1のノズル8で気化室2内に液体原料1を粒子化して噴射するが、このとき、同時に第1のノズル8と対向して配置した第2のノズル9からも気化室2内に液体原料1を粒子化して噴射する。すると、2つのノズルは対向して配置されているため、それぞれのノズルから噴射された液体原料粒子4どうしが所定の速度をもって衝突し、この衝突によって液体原料粒子4はさらに小さい微粒子に分割される。

【0037】次に、本発明における第3の実施の形態について説明する。図3は第3の実施の形態を示す構成図である。図3に示す気化装置は、液体原料1を気化させる空間としての第1の気化室32と、液体原料1を微粒化して第1の気化室32内に所定量噴射する第1のノズル33と、第1の気化室32で生成された原料ガス34を次段に導く第1の導管35と、第1の導管35に接続された原料ガス34の濃度を高める空間としての第2の気化室36と、液体原料1を微粒化して第2の気化室36内に第1のノズル33の噴射量よりも少ない所定量を噴射する第2のノズル37と、第2の気化室36で濃度を高められた原料ガス34を次段に導く第2の導管38と、第2の導管38に接続された原料ガス34の濃度を高める空間としての第3の気化室39と、液体原料1を微粒化して第3の気化室39内に第2のノズル37の噴射量よりも少ない所定量を噴射する第3のノズル40とを有する。

【0038】そして、さらに第3の気化室39で濃度を高められた原料ガス34をCVD装置に輸送する輸送管41と、装置の周囲に配置され装置全体を原料が変化しない範囲の最高の温度に加熱する複数本の第1のヒータ52と、液体原料1が変化しない範囲の最高の温度に加熱する複数本の第2のヒータ53と、第1、第2、第3のノズル33、37、40のそれぞれを原料が変化しない範囲の最高の温度に加熱する複数本の第3のヒータ54とで構成されている。

【0039】次に、上述した本第3の実施の形態における気化装置の動作について、図3で説明する。まず、液体原料1は、第1のノズル33により微粒化されて第1の気化室32内に噴射され、気化が行われて原料ガス34となる。このとき、液体原料1の気化量は第1の気化室32内の飽和蒸気圧によって制限を受け、原料ガス34の濃度は飽和蒸気圧で制限される値以上にはならない

ので、液体原料1が気化した原料ガス34の供給量を最大にするには、原料ガス34の濃度を飽和蒸気圧で決まる最大値にすればよい。

【0040】そこで、本第3の実施の形態では、気化室を多段にし、原料ガス34の濃度を飽和蒸気圧で決まる最大値まで段階的に近づけるようにしている。すなわち、第1の気化室32で生成された原料ガス34は、第1の導管35を通して第2の気化室36に移動する。さらに、第2の気化室36内には、第2のノズル37により微粒化された液体原料1が噴射され、気化が行われて原料ガス34の濃度が高められる。

【0041】ただし、第2の気化室36に移動した原料ガス34は、飽和蒸気圧までは達していなくても所定の濃度を有しているため、第2の気化室36における気化量は第1の気化室32における気化量よりも少ない。そこで、第2の気化室36の底部に未気化の液体原料1が溜まる速度を小さくするために、第2のノズル37から噴射する液体原料1の量を第1のノズル33から噴射する量よりも少なくしておく。

【0042】さらに、第2の気化室36で生成された原料ガス34は、第2の導管38を通して第3の気化室39に移動する。さらに、第3の気化室39内には、第3のノズル40により微粒化された液体原料1が噴射され、気化が行われて原料ガス34の濃度が高められる。ただし、第3の気化室39に移動した原料ガス34は、第1の気化室32で生成された原料ガス34の濃度よりもさらに高い濃度を有しているため、第3の気化室39における気化量は第2の気化室36における気化量よりもさらに少ない。そこで、第3の気化室39の底部に未気化の液体原料1が溜まる速度を小さくするために、第3のノズル40から噴射する液体原料1の量は第2のノズル37から噴射する量よりもさらに少なくしておく。

【0043】以上の動作により、原料ガス34の濃度は飽和蒸気圧で決まる最大値近くまで高められ、この濃度が最大値近くになった原料ガス34が輸送管41でCVD装置に輸送される。

【0044】また、装置全体は、装置の周囲に配置した第1のヒータ52により加熱し、液体原料1が気化する際に気化熱が奪われることで気化量が少なくなってしまうのと、壁面への結露や液化を防止する。ただし、液体原料1の種類によっては、低い温度でも材料が析出する等の変化を起こすものがあるため、加熱温度は原料が変化しない範囲の最高の温度にする。

【0045】また、液体原料1と第1、第2、第3のノズル33、37、40も、それぞれ第2のヒータ53と第3のヒータ54とで原料が変化しない範囲の最高の温度に加熱しておき、各気化室内に噴射されるまでの間に液体原料1の温度が低下して気化しにくくなるのを防止する。原料ガス34の濃度を段階的に高めるための気化室とノズルの段数は、特に3段である必要はない。液体

原料1の飽和蒸気圧とノズルの噴射量および噴射粒径により、最適な段数にすればよい。

【0046】また、気化された液体原料1の積極的な輸送を行なうために、いわゆるキャリアガスを用いてもよい。ただし、液体原料1の気化量は飽和蒸気圧によって制限を受け、キャリアガスを用いることで原料ガス34の分圧が小さくなり原料ガス供給量が少なくなるため、キャリアガスを用いる場合にはキャリアガスの供給量を必要最小限にしておく。

【0047】次に、本発明における第4の実施の形態について説明する。図4は第4の実施の形態を示す構成図である。図4に示す気化装置は、図3で示した第3の実施の形態における各気化室の底部に、第1、第2、第3の超音波振動板42、43、44をそれぞれ配置し、各気化室の底部に溜まった未気化の液体原料31に超音波振動を加え、再度微粒化して気化させることを特徴とする気化装置であり、第1～第3の超音波振動板42～44以外は第3の実施の形態と構成、動作も同一であるため、以下には第1～第3の超音波振動板42～44についてのみその動作を説明する。

【0048】まず、第3の実施の形態で説明したように各ノズルから噴射された液体原料1は、供給量が多くなるとそのすべてが気化されず、気化されなかった未気化液体原料31は第1、第2、第3の気化室32、36、39の底部に溜まることになる。そこで、本第4の実施の形態では、図4に示すように、各気化室の底部に溜まった未気化液体原料31にそれぞれ第1～第3の超音波振動板42～44によって超音波振動を加え、液体原料1を再度微粒化して気化させることで、原料ガス34の濃度を最大値にする速度を大きくしている。

【0049】次に、本発明における第5の実施の形態について説明する。図5は第5の実施の形態を示す構成図である。図5に示す気化装置は、図4に示した第4の実施の形態における第1～第3の超音波振動板42～44の代わりに、各気化室32、36、39の底部に第1、第2、第3の加熱板45、46、47をそれぞれ配置し、各気化室の底部に溜まった未気化の液体原料31を、原料が変化しない範囲で最高の温度に加熱して気化させることを特徴とする気化装置であり、第1～第3の加熱板45～47以外は、第4の実施の形態と構成、動作とも同一であるため、以下には第1～第3の加熱板45～47についてのみその動作を説明する。

【0050】まず、第4の実施の形態では、各気化室の底部に溜まった未気化液体原料31に超音波振動を加えて再度微粒化し、気化させることで原料ガス34の濃度を最大値にする速度を大きくしているのに対し、本第5の実施の形態では、図5に示すように、各気化室の底部に溜まった未気化液体原料31を第1～第3の加熱板45～47により加熱して気化させることによって、原料ガス34の濃度を最大値にする速度を大きくしてい

る。なお、液体原料1の種類によっては、低い温度でも材料が析出する等の変化を起こすものがあるため、第1～第3の加熱板45～47による加熱温度は、原料が変化しない範囲で最高の温度になるように設定する。

【0051】次に、本発明における第6の実施の形態について説明する。図6は第6の実施の形態を示す構成図である。図6に示す気化装置は、図4に示した第4の実施の形態における第1～第3の超音波振動板42～44と、図5に示した第5の実施の形態における第1～第3の加熱板45～47とを同時に備え、第4の実施の形態における超音波振動板を用いた再微粒化による気化と、第5の実施の形態における加熱による気化との2つを併用したことを特徴とする気化装置であり、第1～第3の超音波振動板42～44および第1～第3の加熱板45～47を短冊状にして底部平面内に複数交互に配置したものである。その動作としては、第4の実施の形態と第5の実施の形態との併用になっているものであるため、特に説明はしない。

【0052】なお、第1～第3の超音波振動板42～44と第1～第3の加熱板45～47との配置については、本実施の形態のように短冊状として平面内に複数交互に配置するほか、同心円状に複数交互に配置してもよく、さらに格子状に複数交互に配置してもよい。

【0053】また、第1～第3の超音波振動板42～44および第1～第3の加熱板45～47を積み重ねるように配置して、第1～第3の超音波振動板42～44を通して加熱したり、第1～第3の加熱板45～47を通して超音波振動を加えてもよい。要は、各気化室の底部に溜まった未気化液体原料31に超音波振動を加えて再度微粒化し気化させる動作と、各気化室の底部に溜まった未気化液体原料31を加熱して気化させる動作とを併用することができる配置であればよい。

【0054】

【発明の効果】以上述べてきたように、本発明の気化装置は、液体原料そのものを超音波霧化素子により霧化して所定温度のキャリアガスの旋回流による加熱によって気化を行なう代わりに、ノズルにより液体原料を微粒化した後、所定のエネルギーを加えてさらに小さい微粒子に分割して気化を行なうため、液体原料の総表面積が増大することにより供給された液体原料の気化量を増大させるので、原料ガス供給量を大きくできるという効果がある。

【0055】また、本発明の気化装置は、ノズルから噴出された液体原料を希釈ガスの流れにより微粒化して気化を行なう代わりに、気化室とノズルを多段にし、原料ガスの濃度を段階的に飽和蒸気圧で決まる最大値にするため、原料ガス供給量を大きくできるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の気化装置における第1の実施の形態を

示す構成図である。

【図2】本発明の気化装置における第2の実施の形態を示す構成図である。

【図3】本発明の気化装置における第3の実施の形態を示す構成図である。

【図4】本発明の気化装置における第4の実施の形態を示す構成図である。

【図5】本発明の気化装置における第5の実施の形態を示す構成図である。

【図6】本発明の気化装置における第6の実施の形態を示す構成図である。

【図7】従来の気化装置の一例を示す構成図である。

【図8】従来の気化装置における他の例を示す構成図である。

【符号の説明】

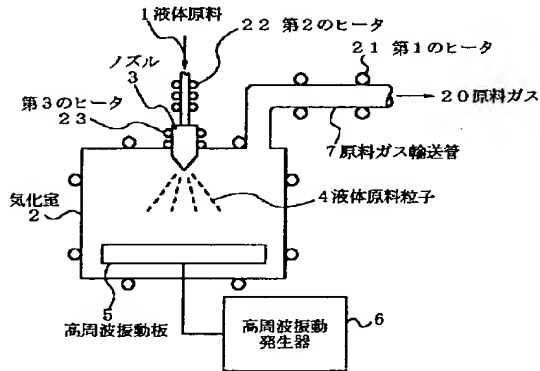
- |    |           |
|----|-----------|
| 1  | 液体原料      |
| 2  | 気化室       |
| 3  | ノズル       |
| 4  | 液体原料粒子    |
| 5  | 高周波振動板    |
| 6  | 高周波振動発生器  |
| 7  | 原料ガス輸送管   |
| 8  | 第1のノズル    |
| 9  | 第2のノズル    |
| 13 | 球形気化室     |
| 14 | 液体原料供給管   |
| 15 | 超音波霧化素子   |
| 16 | キャリアガス    |
| 17 | キャリアガス供給管 |
| 18 | バッファタンク   |
| 20 | 原料ガス      |
| 21 | 第1のヒータ    |
| 22 | 第2のヒータ    |
| 23 | 第3のヒータ    |
| 31 | 未気化液体原料   |
| 32 | 第1の気化室    |
| 33 | 第1のノズル    |
| 34 | 原料ガス      |
| 35 | 第1の導管     |
| 36 | 第2の気化室    |
| 37 | 第2のノズル    |
| 38 | 第2の導管     |
| 39 | 第3の気化室    |
| 40 | 第3のノズル    |
| 41 | 輸送管       |
| 42 | 第1の超音波振動板 |
| 43 | 第2の超音波振動板 |
| 44 | 第3の超音波振動板 |
| 45 | 第1の加熱板    |
| 46 | 第2の加熱板    |



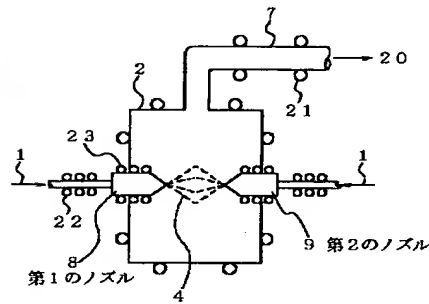
47 第3の加熱板  
48 第4の気化室  
49 第4のノズル  
50 希釈ガス

\* 51 希釈ガス供給管  
52 第1のヒータ  
53 第2のヒータ  
\* 54 第3のヒータ

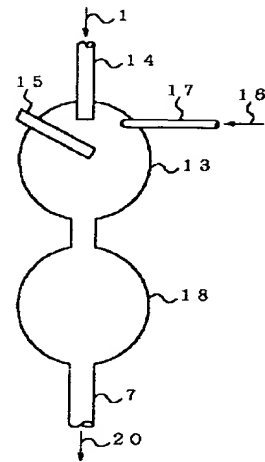
【図1】



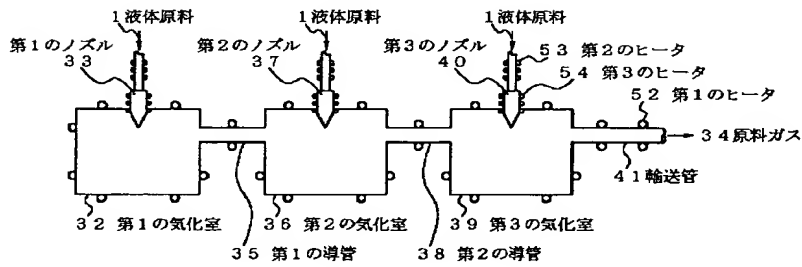
【図2】



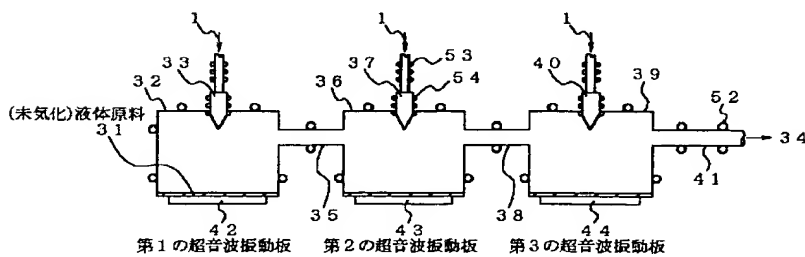
【図7】



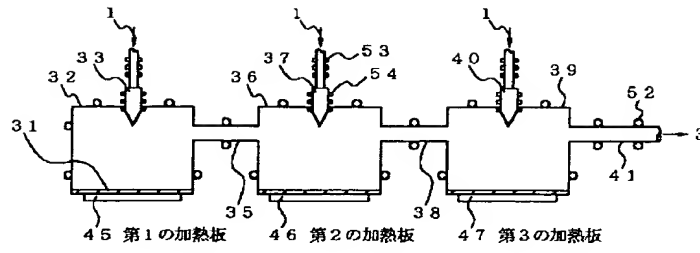
【図3】



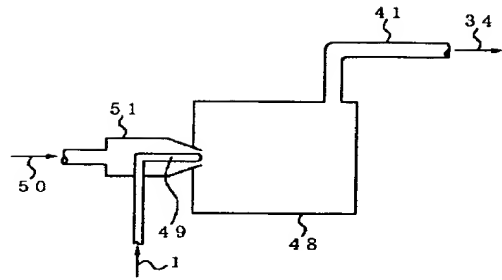
【図4】



【図5】



【図8】



【図6】

